

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 664.951.014:577.115

ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ, ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ БАРЕНЦЕВОМОРСКИХ ЗВЕЗД

© 2006 г. Т.К. Лебская¹, И.В. Голяк², А.М. Мухортова²

¹ – Мурманский Государственный технический университет, Мурманск 183010

² – Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск 183763

Поступила в редакцию 15.12.2005 г.

Окончательный вариант получен 04.09.2006 г.

Изучены размерно-массовый, химический состав, микробиологические показатели, характеристика фракционного и жирнокислотного состава липидов, содержание витаминов А, Е, каротиноидов, гликозидов, показателей безопасности мягких частей тела наиболее массовых представителей морских звезд, обитающих в Баренцевом море. *Asterias rubens*, *Crossaster papposus*, *Uroasterias lincki*, *Solaster endeca*, *Hippasteria phygiana*. Показано, что морские звезды по показателям безопасности соответствуют гигиеническим требованиям, а по пищевой и биологической ценности могут быть использованы для пищевых целей и создания биологически активных добавок.

Морские звезды составляют неотъемлемую часть морских экосистем, характеризуются интенсивными процессами жизнедеятельности и синтезом большого количества метаболитов, многие из которых обладают исключительными свойствами биологической активности (Ажгихин и др., 1980, 1983; Зайцев и др., 1980; Моисеев, 1985; Ржавская, 1985). Несмотря на давность систематического выделения этой группы гидробионтов, а также значительное видовое разнообразие и распространенность в различных частях Мирового океана, морские звезды наименее изучены по химическому составу продуцируемых метаболитов.

Первоначальный интерес к практическому использованию этих объектов появился с конца 60-х годов прошлого столетия у фармакологов и химиков. Показано, что некоторые виды морских звезд способны продуцировать гормоны, обладающие таким же строением и фармакологическим эффектом, как и аналогичные соединения высших животных (Ажгихин и др., 1980, 1983; Зайцев и др., 1980; Калинин и др., 1994). Из морских звезд *Pisaster ochraceous* был выделен инсулин, действие которого идентично эффекту инсулина, содержащегося в организме человека (Wilson, Falkner, 1965). В слизистом секрете морской звезды *Ophiocoma nigra* идентифицированы мукополисахариды, проявляющие антикоагуляционные свойства (Fontaine, 1964). Перспективным открытием с точки зрения практического использования стало обнаружение антрахиноидных пигментов в морских звездах *Echinaster echinophora* и *Henricia laviscula* (Уткина, Максимов, 1976; Уткина и др., 1976). В качестве возможных источников биологически активных веществ широкого спектра действия привлекают

внимание морские звезды *Solaster papposus* (Северное, Норвежское, Баренцево моря) и *Asterias rubens* (Атлантический океан, Баренцево море, Белое море) (Лебская, 2002; Моисеев, 1985). В некоторых европейских странах (например, в Дании) добывают незначительное количество морских звезд, в основном для непищевых целей (Моисеев, 1985). В то же время отдельные виды морских звезд, например, *Asterias amurensis* (Желтое море, залив Бохайвань), рассматриваются в качестве потенциального сырья для пищевого использования (Wang et al., 1999).

Одной из важных проблем при освоении новых для промысла гидробионтов является состояние их запасов. По данным П.Н. Золотарева (1997), суммарная биомасса морских звезд в Баренцевом море за период 1993-1995 гг. в результате промысла исландского гребешка увеличилась в три раза и к осени 1995 г. достигла 30 719,7 т. В настоящее время тенденции к снижению численности не наблюдается. Дальнейший рост количества морских звезд может стать причиной нарушения естественного равновесия экосистемы. Очевидно, что в этих условиях целесообразна организация промысла и переработки морских звезд. Вместе с тем, данные о безопасности, пищевой и биологической ценности морских звезд, обитающих в Баренцевом море, носят фрагментарный характер и нуждаются в дополнении и обновлении.

В настоящей работе проведены исследования показателей безопасности, размерно-массового, химического состава и биохимических свойств наиболее массовых видов морских звезд прибрежной зоны Баренцева моря для решения вопроса о возможности их использования в качестве сырья для пищевой промышленности и производства биологически активных веществ (БАД).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектами исследования служили морские звезды Баренцева моря *Asterias rubens*, *Solaster papposus*, *Grossaster papposus*, *Uroasterias lincki*, *Solaster endeca*, *Hippasteria phrygiana*, выловленные в Святоносском районе, Северо-Канинской банке и в Восточно-прибрежном районах Баренцева моря в различные сезоны с 1995 по 2001 гг.

Животных в количестве 20-25 экз. каждого вида вылавливали, замораживали в неразделанном виде при -20 °С и направляли на исследования в лабораторию.

Размерно-массовый состав морских звезд и соотношение различных частей их тела определяли по методическим рекомендациям ВНИРО (Технохимические..., 1981). Достоверность различий показателей размерно-массового состава проводили при доверительном уровне $P \leq 0.05$ с применением типового программного пакета «Microsoft Excel».

Содержание влаги, белка, липидов определяли по методикам А.А. Лазаревского (1965) на оборудовании фирмы «Текатор» (Швеция).

Фракционный состав липидов исследовали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на сканере CS «Shimadzu» с использованием алюминиевых пластинок с силикагелем 60 F₂₅₄ фирмы «Merck». Соотношение отдельных классов липидов изучали в системе бутанол-этанол-вода (50:10:40). Сканирование осуществляли при 540 нм. Фракции идентифицировали с использованием стандартов фирмы «Sigma» и по литературным данным (Кейтс, 1975).

Наличие гликозидов определяли по протеканию следующих качественных реакций. Хроматограмму опрыскивали 0,5%-ным раствором ванилина в смеси серная кислота-этанол (4:1) и нагревали до 100 °С. Появление через 5 минут пятен коричневого цвета на розовом фоне пластинки подтверждает присутствие веществ гликозидной природы (Досон и др., 1991). Другая качественная реакция основана на применении 25%-ного раствора трихлоруксусной кислоты (ТХУ) в хлороформе. После обработки этим раствором пластинку выдерживали при 100 °С в течение 2 мин. По появлению в ультрафиолетовом свете желтой флуоресценции судили о присутствии гликозидов (Кирхнер, 1981). Дополнительно к этому проводили реакцию гемолиза эритроцитов. Хроматограмму опрыскивали 2%-ной суспензией кровяных клеток морской свинки в физиологическом растворе. Гемолиз эритроцитов сапонинами сопровождался появлением более светлого пятна на рыжевато-коричневом фоне.

Состав жирных кислот определяли на хроматографе «Chrom-5» с использованием стеклянных колонок длиной 2,4 м, внутренний диаметр – 3 мм. В качестве стационарной фазы применяли 15%-ный Reoplexx NAW-DMCS на неподвижной фазе Хроматон – AW-DMCS. Подвижной фазой служил гелий, 30 мл/мин; температура термостата составляла 190 °С; пламенно-ионизационный детектор 220. Идентификацию жирных кислот проводили сравнением полученных данных со стандартами кислот, а также по совпадению вычисленных эквивалентных длин цепей молекул с табличными данными (Jamieson, Reid, 1969). Соотношение площадей пиков рассчитывали по методу Дж. Бартлетта и Дж. Айверсена.

Определение жирорастворимых витаминов осуществляли согласно методам В.Н. Скурихина и С.В. Шабаетова (1996) на хроматографе LCMS-QP 8000 фирмы «Shimadzu» с использованием колонок длиной 30 см и внутренним диаметром 4 мм, неподвижная фаза Supercosil TM-LC-18 (5 µm). Подвижная фаза – метанол-вода (99,5:0,5). Скорость потока 1 мл/мин. при температуре – 30 °С.

Суммарное содержание каротиноидов оценивали на регистрирующем спектрофотометре UV-3101 «Shimadzu Corp» (Япония) в кварцевых кюветах с длиной оптического пути 10 мм в диапазоне длин волн, соответствующих максимуму поглощения каротиноидов (450–460 нм) (Карнаухов, Федоров, 1982).

Содержание тяжелых металлов определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре АА-855 фирмы «Yanaco», хлорорганических пестицидов – на газовом хроматографе HP-5890 Series II GC фирмы «Hewlett Packard», ртути – на атомно-абсорбционном спектрофотометре Spectr-AA Plus фирмы «Varian» с использованием стандартных методов согласно нормативным документам ГОСТ 30178-96, МУ 51178-90, ГОСТ 26930-86, МУ 2142-80, МУ 4120-86.

Бактериологические показатели определяли согласно ГОСТ Р 50480-93 на микробиологическом анализаторе Buk-Trak-4100 фирмы «Sy-Lab».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У морских звезд, как и у многих беспозвоночных животных, отсутствуют структуры, регистрирующие возраст. Поэтому, основными биологическими характеристиками являются их масса и размер. Наибольшую массу до 900 г имеют звезды *S. endeca* (табл. 1). Второе место занимают *H. phygiana* (более 400 г); *S. papposus* и *C. papposus* имеют практически одинаковый верхний предел массы (более 200 г). По сравнению с другими исследованными звездами наименьшая масса тела у *A. rubens* (123 г).

Таблица 1. Размерно-массовый состав морских звезд (Святоносский район Баренцева моря, весна-лето 2001 г.).

Table 1. Dimensional and mass starfish's structure (Svyatonosky area of the Barents sea, spring/summer 2001).

№	Вид	Масса, г	Радиус диска, см	Соотношение частей тела, % от общей массы тела			
				панцирь	Гонады	Гепато-панкреас	желудок
1.	<i>Asterias rubens</i>	123,50±41,23	17,50±2,23*	78,00±3,21	9,05±4,02	13,05±4,22	3,25±0,25
2.	<i>Solaster papposus</i>	151,26±29,32	13,53±2,27*	74,51±3,77	7,54±2,36	18,53±1,95	4,05±1,50
3.	<i>Crossaster papposus</i>	163,05±59,25	6,53±1,68	72,53±7,98	5,65±3,45	16,54±6,59	4,55±2,95
4.	<i>Solaster endeca</i>	655,00±245,00*	8,65±0,91	56,00±11,07*	11,54±4,58	26,39±9,37	5,00±2,00
5.	<i>Hippasteria phygiana</i>	302,56±191,95*	7,00±2,00	73,28±14,25	13,68±7,95	18,39±7,28	4,51±1,49

* – статистически достоверные различия при доверительном интервале $P \leq 0,05$.

Размер тела морских звезд определяется по радиусу центрального диска, количеству и длине лучей. Так, у *A. rubens*, пятилучевой звезды, радиус диска обнаруживает статистически достоверные отличия при доверительном уровне $P \leq 0,05$ и превышает этот показатель у других видов звезд.

Скелет морских звезд, состоящий из многочисленных узких известковых перекалдин и небольших известковых игл (Догель, 1975), занимает доминирующую часть тела (от 45 до 87% от общей массы тела). Наименьшая массовая доля скелетного панциря выявлена у *S. endeca*.

Преднерестовая подготовка и нерест у ипложных животных растянуты во времени и у баренцевоморских морских звезд проходят с марта месяца по июнь. В этот период нами отмечены высокие значения гонадного индекса при максимальном их уровне у *H. phrygiana*.

Результаты исследований химического состава гонад и гепатопанкреаса морских звезд представлены в таблице 2. У всех видов звезд содержание белка в гонадах составляет от 10,75 до 13,59%, липидов – от 0,92 до 18,66%. Широкий диапазон в содержании липидов по всей вероятности может быть обусловлен различными стадиями полового созревания гонад, а также принадлежностью к определенному полу. Гепатопанкреас морских звезд характеризуется содержанием белка от 9,81 до 15,41%, липидов – 2,58 до 17,58%. Таким образом, согласно принятой классификации гонады и гепатопанкреас морских звезд представляют собой среднебелковое сырье. Гонады и гепатопанкреас с низким содержанием липидов (0,92%) относятся к низкожирному сырью, с высоким (18,66%) к высокожирному.

Таблица 2. Химический состав различных частей тела морских звезд.

Table 2. Chemical composition of the different parts of the starfish's body.

№	Объект	Дата	Пол	Химический состав, % от общего химического состава				
				Влага	Жир	Белок	Зола	БЭВ
1.	<i>Asterias rubens</i>	июль 2000	-	Гонады				
				65,46	18,66	10,75	1,24	3,89
				Гепатопанкреас				
				67,39	17,58	9,81	2,28	2,94
2.	<i>Crossaster papposus</i>	июль 2000	♂	Гепатопанкреас				
				78,29	2,58	15,41	2,28	1,16
				Гонады				
				76,91	2,58	13,36	3,60	3,55
			♀	Гепатопанкреас				
				74,52	8,93	11,13	1,87	3,55
				Гонады				
				76,02	0,92	13,59	-	9,74
3.	<i>Solaster endeca</i>	июль 2000	♀	Гепатопанкреас				
				71,2	8,8	14,1	2,2	3,7
				Гонады				
				75,2	7,3	13,3	1,4	2,8
			♂	Гепатопанкреас				
				70,2	8,2	12,7	6,3	2,6
				Гонады 2+4				
				70,8	6,0	11,6	8,4	3,2
4.	<i>Hippasteria phrygiana</i>	август 1999		Гонады				
				70,9	14,2	10,9	1,64	2,36
				Гепатопанкреас				
				72,4	10,7	11,9	2,15	2,85

Содержание токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов (табл. 3), а также микробиологические показатели (табл. 4) свидетельствуют о безопасности этих видов сырья, а также о возможности их использования для пищевых целей. В связи с отсутствием в СанПин 2.3.2.1078-01 нормативов безопасности морских звезд, для сравнения были взяты индексы 1.3.7 и 1.3.7.1 СанПиНа для нерыбных объектов промысла. Наши данные свидетельствуют о возможности их использования для нормативов безопасности морских звезд при пересмотре гигиенических требований.

Таблица 3. Содержание токсичных элементов, хлорорганических соединений и радионуклидов в морских звездах.

Table 3. Abundance of toxic elements, chlororganic combinations and radioactive nuclide in the starfish.

Показатели	Наименование вида				Нормы СанПиН 2.3.2.1078-01 (индекс 1.3.7)
	<i>Solaster endeca</i>	<i>Grossaster papposus</i>	<i>Asterias rubens</i>	<i>Hippasteria pyrgiana</i>	
Токсичные элементы, мг/кг:					
Свинец	0,10	0,20	0,10	1,0	10,0
Мышьяк	0,23	0,11	0,79	-	5,0
Кадмий	0,36	0,53	0,06	1,61	2,0
Ртуть	0,03	0,02	0,02	0,44	0,2
Медь	0,6	1,0	0,80	6,36	не нормируется
Цинк	19,3	25,2	9,10	27,6	не нормируется
Пестициды, нг/г:					
Гексахлорциклопексан (α,β,γ-изомеры)	-	-	0,52	-	не нормируется
ДДТ и его метаболиты	-	-	1,0	-	-
Полихлорированные бифенилы, нг/г	-	-	1,32	-	-
Хлорданы, нг/г	-	-	0,30	-	-
Радионуклиды, Бк/кг:					
Цезий-137	3,2	4,90	3,70	-	200
Стронций-90	11,0	22,0	14,0	-	100

Фракционный состав липидов исследован только у двух видов морских звезд *S. endeca* и *G. papposus* (табл. 5). Качественный состав фракций липидов этих звезд не обнаруживает отличий как между собой, так и звездами различных полов. Превалирующей фракцией у исследованных нами морских звезд являются

эфирь стеринов (24,0-37,6% от общей суммы фракций). Массовая доля фосфолипидов и таких биологически активных фракций, как фосфатидилхолин, этаноламин, существенно ниже, чем в липидах других представителей иглокожих (морских ежей, трепангах, кукумариях) (Ажгихин и др., 1980; Ажгихин, Шпаков, 1983; Калинин и др., 1994).

Таблица 4. Характеристика микробиологических показателей морских звезд.

Table 4. Description of starfish's microbiologic indices.

№	Показатели	Наименование вида			Нормы СанПиН 2.3.2.1078-01 (индекс 1.3.9.1)
		<i>Solaster endeca</i>	<i>Grossaster papposus</i>	<i>Asterias rudens</i>	
1.	Мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАнМ), КОЕ в 1 г, не более	1×10^2	8×10^3	$8,7 \times 10^2$	1×10^5
2.	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), в 0,001 г	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
3.	<i>Staphylococcus aureus</i> , в 0,01 г	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
4.	Сульфидредуцирующие клостридии, в г	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются
5.	Сальмонеллы, в 25 г	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются

Гликозиды — сопутствующие липидам соединения, являются вторичными метаболитами многих иглокожих, в том числе и морских звезд (Ажгихин и др., 1980; Ажгихин, Шпаков, 1983; Калинин и др., 1994).

Использование двух типов качественных реакций позволило определить как присутствие соединений гликозидной природы, так и суммарное их количество от 2,9 до 6,4% от суммы фракций липидов (табл. 5).

Показано, что у кукумарий *Cucumaria japonica*, *Cucumaria frondosa* их содержание зависит от стадии созревания гонад и в преднерестовый период может достигать более 19% от суммы фракций общих липидов. Многочисленными исследованиями показана высокая биологическая активность гликозидов и возможность их использования в качестве иммуномодуляторов,

противоопухолевых, радиопротекторных, антигрибковых и других средств (Ажгихин и др., 1980; Ажгихин, Шпаков, 1983; Зайцев и др., 1980; Кирхнер, 1981). Введение менее чем одной миллионной доли грамма таких веществ мышам предохраняет их от заболеваний, даже если животным затем ввести внутрибрюшинно такое количество грамотрицательных бактерий, которое вызывает стопроцентную гибель в контрольной группе (Калинин и др., 1994).

Таблица 5. Фракционный состав липидов и сопутствующих им веществ в гонадах морских звезд.

Table 5. Fractional composition of lipids and concomitant substances in gonads of starfish.

Наименование липидов и сопутствующих им веществ	Наименование объекта			
	<i>Solaster endeca</i>		<i>Grossaster papposus</i>	
Общие липиды, % от суммы фракций:	самки	самцы	самки	самцы
диглицериды	0,8	2,9	1,9	2,8
стерины	7,5	7,1	11,3	20,2
свободные жирные кислоты	4,4	1,4	8,3	13,2
триглицериды	1,7	2,4	2,0	1,3
неидентифицированные фракции, в т.ч. пигменты	36,7	10,8	10,2	5,3
эфиры стеринов	24,9	37,6	33,2	28,3
углеводороды	6,7	9,6	2,3	4,8
фосфолипиды, в том числе	5,0	13,0	12,0	9,2
фосфатидилхолин	2,2	4,1	5,2	3,4
фосфатидилэтаноламин	1,1	5,0	5,2	3,4
неидентифицированные фосфолипиды	1,7	3,5	1,6	2,4
гликозиды	5,7	5,7	2,9	6,4

Жирнокислотный состав (ЖКС) липидов представлен насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами (табл. 6). У *A. rubens*, *U. linki*, *S. endeca* преобладают мононенасыщенные жирные кислоты, составляющие от 44 до 51,8%. Этот уровень мононенасыщенных жирных кислот обеспечен главным образом высоким содержанием гадолеиновой кислоты 20:1. Максимальные ее количества отмечены в печени трески (29,8%), усатых китов (23,5%), тюленей (20,2%) и не являются типичным для морских беспозвоночных (Калинин и др., 1994; Лебская, 2002). Полиненасыщенные жирные кислоты по суммарному количеству находятся на втором месте после мононенасыщенных и доминирующую часть в них (14,1 и 15,2% от общей суммы жирных кислот) у *S. endeca* и *A. rubens* составляет кислота 20:5; у *U. linki* – кислота 22:6 (26,7%). ЖКС *H. phrygiana* отличается от трех видов исследованных нами состава липидов морских звезд преобладанием насыщенных кислот, среди которых количество кислоты 16:0 достигает 76%.

Данные исследований по содержанию витаминов и каротиноидов в морских звездах представлены в таблице 7. Витамин А в липидах морских звезд нами не выявлен. Наиболее высокие концентрации витамина Е от 6,31 до 11,91 мг/100 г сырья обнаруживаются в гонадах самок *G. papposus* и *A. rubens*, что связано, очевидно, с процессом созревания гонад.

Таблица 6. Жирнокислотный состав липидной фракции морских звезд, % к сумме жирных кислот.

Table 6. The composition of fatty acids of starfish's lipid fraction, % to sum of fatty acids.

Жирные кислоты	<i>Asterias rubens</i>	<i>Uroasterias lincki</i>	<i>Solaster endeca</i>	<i>Hippasteria phrygiana</i>
14:0	2,94	2,86	0,33	5,09
15:0	1,46	0,53	4,03	2,19
16:0	9,83	5,64	7,73	76,10
17:0	1,10	0,71	5,80	2,15
18:0	6,52	1,61	1,54	5,23
19:0	0,62	0,23	1,37	-
20:0	0,34	-	0,33	0,70
22:0	0,28	0,04	0,24	0,58
24:0	-	-	-	0,35
Σ	23,1	11,6	21,4	92,39
14:1	-	0,26	-	-
16:1	1,43	2,09	2,15	-
17:1	0,75	0,88	0,64	-
18:1	7,32	8,84	13,6	-
19:1	0,90	0,78	0,76	-
20:1	31,5	38,3	22,7	0,38
22:1	2,04	0,60	4,70	-
24:1	-	-	-	0,29
Σ	44,0	51,8	44,5	0,67
18:2	-	0,19	2,67	5,87
18:3	-	1,17	0,28	1,02
18:4	1,17	0,02	-	-
20:2	5,66	0,07	11,6	-
20:4	1,57	0,66	0,68	-
20:5	15,2	5,07	14,1	-
22:2	0,89	2,27	3,65	-
22:5	-	0,41	0,14	-
22:6	8,48	26,7	0,94	-
Σ	32,9	36,6	34,1	6,89

Таблица 7. Содержание витамина Е и каротиноидов в гонадах морских звезд.

Table 7. Abundance of vitamin E and carotinoids in gonads of starfish.

№	Наименование звезды	Витамин Е, мг/100 г сырья	Каротиноиды, мг/ 100 г сырья
1.	<i>A. rubens</i> , Самки, самцы	0,47-11,91 0,38-0,40	0,06-0,09 0,05-0,17
2.	<i>S. papposus</i> , Самки, самцы	0,33-6,31 0,4-2,55	0,85-12,03 0,08-6,9

Каротиноиды, также как и витамин Е, преобладают в гонадах самок. Показано, что в дальневосточных морских звездах *Echinaster echinofora* и *Henricia laviscula* были обнаружены антрахиноидные пигменты, которые ранее в иглокожих не выявляли (Уткина, Максимов, 1976; Уткина и др., 1976). Результаты

исследований физиологической активности этих соединений илюкожих позволили авторскому коллективу создать новые медицинские препараты «Гистохром для кардиологии» и «Гистохром для офтальмологии» – высокоэффективные средства с антимикробными и антиоксидантными свойствами, не имеющих структурных аналогов среди других лекарственных форм.

Таким образом, баренцевоморские звезды *Asterias rubens*, *Solaster papposus*, *Grossaster papposus*, *Urasterias lincki*, *Solaster endeca*, *Hippasteria phygiana*, по микробиологическим показателям, содержанию тяжелых металлов, хлорорганических соединений являются безопасными видами сырья и могут быть использованы при изготовлении комбинированных пищевых продуктов и БАД. Наши данные согласуются и подтверждают результаты многочисленных исследований возможности практического использования морских звезд (Ажгихин и др., 1980; Ажгихин, Шпаков, 1983; Калинин и др., 1994; Лебская, 2002; Уткина, Максимов, 1976; Wang et al., 1999). Панцирь морских звезд представляет интерес в качестве источника макро- и микроэлементов для создания биологически активных добавок, аналогов «Морского кальция», который изготавливают из створок морских моллюсков, кораллов. Гонады морских звезд отличаются от других частей тела содержанием комплекса соединений высокой биологической активности – липидов, фосфолипидов, гликозидов, каротиноидов, витамина Е. Очевидно, что наиболее целесообразной переработкой этих частей тела морских звезд следует считать экстракцию полной липидной фракции с последующим ее разделением на каротиноиды, гликозиды и разработкой на их основе пищевых добавок и медицинских препаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ажгихин И.С., Шпаков Ю.Н., Мехтиханов С.Д. и др. Применение метаболитов морских организмов в народном хозяйстве и медицине. Вопросы рационального использования биологических ресурсов мирового океана. Кишинев: Штиинца, 1980. 290 с.

Ажгихин И.С., Шпаков Ю.Н. Перспективы использования непромысловых морских гидробионтов. Баку: Азернешр, 1983. 315 с.

Вилли К., Детье В. Биология. М.: Мир, 1975. 824 с.

Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-96. М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. 168 с.

ГОСТ 3 30480-93 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода сальмонелла».

Догель В.А. Зоология беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1975. 560 с.

Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. М.: Мир, 1991. 544 с.

Зайцев В.П., Ажгихин И.С., Гандель В.Г. Комплексное использование морских организмов. М.: Пищевая промышленность, 1980. 280 с.

Золотарев П.Н. Исследования промысловых беспозвоночных в Баренцевом море // Сб. науч. тр. Мурманск: ПИНРО, 1997. С. 98-103.

Калинина В.И., Левин В.С., Стояник В.А. Химическая морфология: три萜пеновые гликозиды голотурий. Владивосток: Дальнаука, 1994. 284 с.

Карнаухов В.Н., Федоров Г.Г. Методы определения содержания каротиноидов и витамина А в тканях животных // Методические рекомендации. Пушкино: Центр биол.исслед.АН СССР. 1982. 28с.

Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов. М.: Мир, 1975. 322 с.

Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография. М.: Мир, 1981. Т. 1, 616 с.

Лазаревский А.А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1965. 519 с.

Лебская Т.К. Обоснование комплексной технологии переработки морских ежей и морских звезд // Мат. Первой Междунар. науч.-практ. конф. Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки. М.: ВНИРО, 2002. С. 125-136.

Моисеев П.А. Биологические ресурсы океана. М.: Агропромиздат, 1985. 288 с.

Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: Пищевая промышленность, 1976. 470 с.

Скурихин В.Н., Шабаетов С.В. Методы анализа витаминов А, Е, Д и каротина в кормах, биологических объектах и продуктах животноводства. М.: Химия, 1996. 96 с.

Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. М.: ВНИРО, 1981. 92 с.

Уткина Н.К., Максимов О.Б. Антрахиноидные пигменты морской звезды *Echinaster echinophor* // Химия природных соединений. 1976. №2. С. 148-151.

Уткина Н.К., Щедрин А.П., Максимов О.Б. О новом бинафтохиноне из *Strongylocentrotus midu* // Химия природных соединений. 1976. №4. С. 439-441.

Bartlett J.C., Iverson J.L. Estimation of fatty acid composition by gas chromatography using peak heights and retention time // J. Assoc. Office. Analyt. Chemists. 1966. V. 49. №1. Pp. 21-27.

Fontaine A.R. The integumentary mucous secretions of the ophiuroid *Ophiocomina nigra* // J. Mar. Biol. Ass. U.K. 1964. V. 44. Pp. 145-162.

Jamieson G.R., Reid E.N. The analysis of oils and fats by gas chromatography. Correlation of retention data with polarity of stationary phase // J. Chromatogr. 1969. V. 42. Pp. 304-310.

Wang C., Gu Q., Zhou P. Marine star *Asterias amurens* is the potential marine food resource // Zhongguo shuichan kexue. J. Fish. Sci. China. 1999. V. 65. №4. Pp. 67-71.

Wilson S., Falkner S. Starfish insulin // Can. J. Biochem. 1965. V. 43. Pp. 1615-1624.

INDICES OF SAFETY, FOOD AND BIOLOGICAL VALUE OF BARENTS SEA STARFISHES

© 2006 y. T.K. Lebskaya¹, I.V. Golyak², A.M. Mukhortova²

1 – *Murmansk State Technical University, Murmansk*

2 – *The Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,
Murmansk*

The dimensioning and mass specifications, chemistry, microbiological indices, the description of fractional and fatty-acid composition of lipids, the contents of vitamins A and E, carotinoids, glycosides, rates of the safety of soft tissues of the most popular representatives of starfish of the Barents sea (*Asterias rubens*, *Crossaster papposus*, *Urasterias lincki*, *Solaster endeca*, *Hippasteria phrygiana*) have researched. It is showed, that starfish species satisfy the hygienic regulations and according to their food and biological value may be used in food purposes and for creating biologically active supplements.